水稻健康管理研討會 103~117 (2004)

水稻主要害蟲及其防治要領

余志儒、吳德忠

行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

摘　要

台灣地區水稻的害蟲種類繁多，主要種類因水稻栽植品種、季節、地域、耕作方式及防治策略等因素而有更迭，因此有六大、五大害蟲等的稱謂。現代的害蟲防治，其精神在不必將害蟲完全滅絕，而是與之共存，並且將之控制在經濟危害基準以下。是一種以生態永續爲前題兼顧生活品質，以三生的總體效益爲原則的生產方式。防患於未然、瞭解害蟲、確實監測是害蟲防治的三要領。基於與生態環境共生、預防勝於治療的理念，可以透過耕作方式及田間管理等栽培作業，減少害蟲的入侵與增殖，並增加天敵的存活與立足，再配合對害蟲的瞭解與確實的監測，在適當時機於有效蟲期與棲息部位，適度地實施防治，達到害蟲族群密度維持在經濟危害基準以下的目標。但在必要時，不違反三生總體效益的原則下，不排除化學農藥的適當使用。

關鍵詞：水稻害蟲，害蟲防治、有害生物綜合管理。

前　言

雖然水稻在農業中扮演之重要性因大環境的改變而日趨沒落，但水稻仍是台灣農業的大宗作物。在水稻栽培過程中病蟲害佔有舉足輕重的地位，處理不當常導致經濟上的嚴重損失[47,58,59,68]。

台灣水稻栽培區多處於亞熱帶，高溫多濕，病蟲害極易孳生。臺灣地區水稻的害蟲調查研究，清朝時期即有記錄，但較具系統者則始於光復前的日據時代[15,65]。光復後水稻仍爲主要糧食作物，相關研究更投入眾多的人力物力。各學者發表的水稻害蟲種類互有重疊，總計則約有140種以上[65]。主要危害種類因水稻栽植品種、季節、地域、耕作方式及防治策略等因素影響而有更迭，例如1940年代以前的五大害蟲[9,15]中的鐵甲蟲(*Dicladispa armigera* (Olivier))與黑椿象(*Scotinophara lurida* (Burmeister))，因合成化學殺蟲劑的大

量使用於1950年代以後而幾乎消失[19]。三化螟(*Scirpophaga incrertulas* (Walker))在日據時代即爲水稻主要害蟲，但在1960年代後因水利設施改善及栽培期的提早與規律化，族群密度即大幅減少[46]，而二化螟(*Chilo suppressalis* (Walker))卻日漸猖獗[48,49]。褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* (Stål))在1950年代以後開始日漸嚴重，1960年代即成爲水稻主要害蟲之一[47]，有學者認爲可能與水稻品種、密植、增肥、天敵被毒殺等因素有關，直至1980年代才逐漸緩和[65]。

作物害蟲防治，早期講求殺滅，但後來發覺主要害蟲雖然減少，次要害蟲卻代之而起[2,5,6,7,9,10,28,65]，因而有害生物綜合管理(integrated pest management, IPM)逐漸成形。近年來更因環境永續觀念的覺醒，再提升了綜合管理的層次。農業除了生產之外，更講究與生活結合、與自然生態和諧相處的觀念。而此『三生』觀念，尤其以後者最爲首要考量，不容爲了追求生產而損及另二者。故其精神在不必將害蟲完全滅絕，而是與害蟲共存，將之控制在經濟危害基準(economic injury level, EIL)之下即可。因此，更進一步的健康管理觀念即應運而生。農業健康管應該是以生態永續爲前題，兼顧生活品質，以三生的總體效益爲目的的生產方式。害蟲防治是農業生產的一環，自是被要求以健康管理的方式來配合。

內　　容

一、水稻主要害蟲(另含害蟎及螺)

臺灣地區水稻的害蟲調查研究，較具系統者始於光復前的日據時代。日本人堀健與素木得一(1910)[51]報導約有70種，三輪勇四郎(1943)[1]增記達101種，光復後易希陶(1963)[21]的描述亦有80餘種。各學者發表之種類互有重疊，總計則約有140種以上[65]。其主要危害種類與程度因季節、地區、防治策略及耕作方式等因素而有差異[15,65](表一)，因此有五大、六大害蟲等稱謂。尤其在1950年後，由於水稻品種、耕作方式的改變以及合成氯化烴與有機磷劑等劇毒性殺虫劑的過度使用，主要害蟲一度以飛蝨類與葉蟬類爲主。近年來則以能長距離遷移的褐飛蝨(*N. lugens*)、白背飛蝨(*Sogatella furcifera* (Horvath))與瘤野螟(*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenée))較受矚目。稻細蟎(*Steneotarsonemus spinki* Smiley)、水稻水象鼻虫(*Lissorhoptrus oryzophilus*

Kuschel)等較爲地區性害蟲，但後者有逐漸擴散之勢[29,30,70]。另外，福壽螺(*Ampullarium canaliculatus* Lamark)在1982年首度有危害水稻的報導[22]，至今儼然成爲水稻必要防治的主要有害動物，亦是不容忽視。茲將目前較重要的水稻害蟲簡述如下，有關其生態與爲害狀等描述，均摘錄自水稻保護[66]、臺灣水稻害蟲生態圖譜[42]、植物保護手冊[50]等內容。

表一、台灣水稻主要害蟲之變遷概要
Table 1. An outline of succession of the rice major insect pests in Taiwan

主要害蟲種類	期間	重要農耕措施背景
二化螟、三化螟、斑飛蝨、負泥虫、<u>鐵甲虫</u>、黑尾浮塵子、黑椿象	光復前	生物防治(鴨食鐵甲虫、人除被害株、摘除螟蛾卵塊等)
三化螟、鐵甲虫、葉蟬類、負泥虫、稻螟蛉、稻苞虫、粟夜盜虫、瘤野螟、稻椿象、台灣飛蝗、鹽水蜈蚣	光復後初期	天然藥劑(除虫菊、魚藤根等) 少量劇毒藥劑(砒酸鈣防治負泥虫)
飛蝨類、葉蟬類、二化螟、鐵甲虫、負泥虫	增產期 1950~1965	以藥劑防治爲主(合成氯化烴 DDT 及 BHC、有機磷劑過度使用)1949 引進 2.水稻栽培期漸趨整齊
飛蝨類、瘤野螟、二化螟、稻心蠅、稻細M^3、福壽螺	輝煌期 1966~1982	改種半矮性豐產品種 密植、高氮肥之栽培技術 收割後稻草之利用方式(覆畦)
飛蝨類、瘤野螟、水稻水象鼻虫、稻細M^3、福壽螺	轉作期 1983 以後	綜合防治 經濟爲害水平

(摘錄整理自朱與鄭，1996；鄭與朱，1999)

(一)飛蝨類及葉蟬類

飛蝨類與葉蟬類屬於同翅目(Homoptera)，除直接吸食稻株汁液外[59,60,75]，其分泌之蜜露亦會引發煤煙病影響光合作用，更是多種病害之媒介昆蟲[25,43,68]，間接危害可能更爲嚴重。

1.褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* (Stål))

褐飛蝨爲亞洲地區水稻主要害蟲之一，在台灣是1912年時首度被記錄，此之前並未被人注意，後來才逐漸被重視進而被列爲重要水稻害蟲。至1960年代更由偶發性變成經常性發生的嚴重害蟲[12,47,64]。本蟲年發生約8~11代，性喜高溫多濕之環境，在秧苗期或本田插秧後不

久即可侵入，若蟲與成蟲喜群聚於植株基部離水面約10公分處吸食汁液，輕者植株基部黃化，重則全株枯萎，常於第二期作乳熟期間危害最烈，蟲口密度高時更可造成整片稻作倒伏之蝨燒現象。該蟲產卵於葉鞘組織內，成蟲及若蟲均棲息於隱蔽不通風的稻株基部取食，殺蟲劑不易充分觸及，又所施用之藥劑殘毒多較短，故其棲群密度回升迅速，防治實屬不易。因此應慎選藥劑性質，同時注意施藥技術以及適當防治時機，方能有較佳之防治效果。

2.白背飛蝨(*Sogatella furcifera* (Horvath))

亦與褐飛蝨同屬熱帶地區害蟲，且同樣能作長距離遷移。年發生9~11代，棲息於稻株之中、上部位，抽穗後移棲劍葉及稻穗，造成葉片由基部往上黃化。水稻分櫱後期至乳熟期間密度較高，嚴重時亦會造成蝨燒。

3.斑飛蝨(*Laodelphax striatellus* (Fallen))

屬溫帶地區的害蟲，在1904年即已是水稻五大害蟲之一，但往後即不被重視。直至1969年因發現可媒介稻稿葉枯病再受注意(67)，1984年代影響面積驟增並擴及全島(44)。本蟲年發生8~11代，亦產卵於葉片中脈或葉鞘上部組織內，爲害部位在稻株上部或稻穗，密度在乳熟期達到最高峰。可傳播水稻縞葉枯病，應特別注意秧田及本田初期之防除。

4.黑尾葉蟬(*Nephotettix* spp.)

年發生8~11代，產卵於葉鞘脊部組織內，喜群棲於稻株基部爲害。常於第二期作之乳熟期至糊熟期間危害最烈，輕者基葉黃化，重者全株枯萎。該虫可媒介水稻黃萎病、黃葉病，因其間接危害嚴重而受重視。

(二)螟蛾類

水稻螟蟲類，在日據時代主要是指三化螟(*S. incertulas*)，堪稱台灣水稻螟蟲之代表，嘉南地區尤其嚴重，光復後1960年代才較重視二化螟(46,47)。另外，瘤野螟也是目前威脅水稻的重要害蟲。

1.三化螟(*Scirpophaga incrertulas* (Walker))

又稱一點大螟，年發生4~6代，卵塊產於葉片上，幼蟲無群棲性，孵化後即藉爬行或吐絲隨風分散。幼蟲自心葉或葉鞘縫隙或穗梗蛀入稻莖取食爲害，水稻若在分蘗期被害形成枯心，若在孕穗期被害則成白穗。幼蟲亦在殘株或稻桿內越冬，殘株稻桿之處理是防治重點。

2.二化螟(*Chilo suppressalis* (Walker))

昔時爲地區性虫害，曾經一度取代三化螟之重要性，1960年代後期則逐漸變爲次要害蟲，1980年代初期才又普遍發生[16,39,48,47]。二化螟年發生4~6代，卵塊產於葉面或葉鞘上，孵化之幼蟲有群棲性，自葉鞘縫隙潛入取食葉鞘內側，致葉鞘萎黃枯死。隨後鑽入桿內爲害，造成枯心或白穗。越冬之幼蟲或蛹棲息於水稻殘株或稻桿內，因此堆積田邊或作畦面覆蓋等之稻桿就成爲該虫之擴散源，而殘株稻桿之處理也就成爲防治二化螟之重要工作。

3.瘤野螟(*Cnaphalocrocis medinalis* (Guenéé))

俗稱稻縱捲葉蟲。在台灣地區雖然1912年即已被列爲水稻主要害蟲之一，但多爲偶發性，1960年以後逐漸普遍，1970年以後益形嚴重[15,34,61,65]。其原因一般認爲與栽植半矮性、豐產品種及密植、高氮肥等栽培技術有關。本蟲年發生約6~8代，在南部地區可能多達9~10代，於第二期稻孕穗期至齊穗期危害尤烈。幼蟲取食嫩葉葉肉，或潛入葉鞘啃食其內壁組織，二齡以後吐絲將葉之兩側綴合成縱行蟲苞，棲息其中沿葉脈取食，受害葉片呈縱行長條白色斑痕。

(三)稻細蟎(Steneotarsonemus spinki Smiley)

據稱1968年在台南官田鄉之局部地區即有稻不稔病發生[3]，1976年在中南部爆發嚴重，才被鑑定出來有稻細蟎之爲害[4,52]。造成水稻不稔症之原因見解不一，一般認爲是由稻細蟎與葉鞘腐敗病菌共同引起。而葉鞘腐敗病菌之感染，需經由稻細蟎的攜帶及其所造成的傷口侵入。因此，稻細蟎還是水稻不稔症的主要兇手[41,69,70]。1979年以後則鮮有發現不稔症，有學者推測可能與改植抗性品種有關。

(四)水稻水象鼻虫(*Lissorhoptrus oryzophilus* Kuschel)

水稻水象鼻蟲屬鞘翅目象鼻蟲科，原產於美國，爲害水稻。1976年入侵日本，10年之間即蔓延全日本[65]。1988年南韓亦發現該蟲，約5年有2/3的水

稻栽培區被爲害，擴散速度可謂驚人。台灣則在1990年首度在桃園發現[29,30]，一年之間即約有15,000公頃的水稻田被害，幸賴政府補助進行緊急防治，而得以緩和其蔓延速度。然而該蟲已在台灣立足，且已越過苗栗山區，向中南部擴散之中，應加以密切注意[31,32]。本蟲在台灣地區年發生二代以上，成蟲在田邊或林間之雜草、枯枝敗葉中越冬，水稻移植後而侵入爲害，白天其息於稻株基部，黃昏時爬至葉尖活動爲害葉部，沿葉脈造成寬約0.1長數公分之白色織紋狀食痕。卵產於水面下之葉鞘組織內，孵化後先在葉鞘內取食，1~3天後調入水中，並蛀入根部爲害呈碎洞狀食痕，使稻株黃化枯萎易被拔起、分蘗減少，發育明顯受阻[29]。

(五)福壽螺(*Ampullarium canaliculatus* Lamark)

福壽螺原產南美洲，屬於腹足綱(Gastropoda)，蘋果螺科(Ampullariidae)。與元寶螺(*Pila leopordvillensis* d'Orbigny)、梯狀福壽螺(*Pomacea scalaris* d'Orbigny)同爲臺灣常見之三種蘋果螺(apple snail)[38]。本螺約於1979-1980年間被非法引進養殖供作食用，後因口感不佳而被任意棄置於溝渠水田。因其適應力強、繁殖力高[20,23,37]，短時間內即有危害水稻之報導[22,40]。農作損失單在台灣1986年就達三千萬美元[73]，往後之危害更是有增無減。

福壽螺除了危害農作物之外，其體內寄生蟲也可能危及人體健康。在原產地已發現其外套腔內有寄生蟲，*Temnocephala inheringi* Haswell、*T. rochensis* Ponce de leön及*T. haswelli* Ponce de leön等扁形動物[74]。雖然被引進台灣時是以卵的形式，可能較無上述寄生蟲的疑慮，但可引起嗜伊紅性腦膜炎(eosinophilic meningoencephalitis)的廣東住血線蟲(*Angiostongylus cantonensis* Dougherly)已在本地福壽螺的頭足部與內臟被發現[37]。所以，福壽螺的防治不只是農業問題，也是衛生問題。不只是農業從業人員的課題，更是應該全民參與的當務之急。

二、防治要領

有關害蟲防治方法的分類各家不一，常有重疊或歸類不同的困擾。一般而言，大致可區分爲法規(法律、檢疫等)、栽培(制度之輪作、間作、調整植期等；管理之清園、雜草、灌溉、肥培、土質、行株距等；選種之抗(耐)病蟲、抗(耐)寒或熱等)、生物(生物天敵、生物農藥、費洛蒙、生長調節劑、不

孕性處理等)、物理(溫度、濕度、光、色、套袋、障礙物、設施等)及化學(合成農藥、自然農藥等)等五類。除法規之外，其餘皆與栽培有關，而所有方法中除了合成農藥，其他都可稱爲非農藥防治。在害蟲密度超過經濟危害基準時不排除使用選擇性合成農藥的狀況下，如何在合乎三生總體效益的理想下將適當的方法適時、適度、適位地聯合應用也是一種藝術。

檢疫其實也是防疫的一環。尤其在加入WTO之後，農業方面無論是農產品、種苗、種仔、資材等的交流日益頻繁，檢疫是把關的第一防線。稍有疏忽，其影響層面難以想像。例如福壽螺，自被非法引進，大量飼養，後有因口感不佳而被任意棄置於田間，短短2、3年即造成水稻損失[40]。東南亞許多地區，如日本琉球(1981)、菲律賓(1982)、中國(1985)、韓國(1986)、蘇門答臘(1987)、印尼及泰國(1989)也陸續被發現[73]，足見檢疫把關之重要性。

防患於未然、瞭解害蟲、確實監測是害蟲防治的三要領。所謂防患於未然，即是預防勝於治療。基此原則，從栽培上著手是害蟲防治最合乎三生總體效益的理想方式。包括栽植前、栽植中及收穫後等作業，可以延緩害蟲的入侵或減少入侵的數量，並提高天敵存活與立足的機會。任何時期當害蟲密度超過經濟危害基準，甚至經濟閥值(economic threshold)[21,63]時即爲治療階段，此時瞭解害蟲與確實監測更是戰勝害蟲的關鍵。

(一)栽植前

1.慎選品種

除要符合市場需求外，選植抗病、蟲品種也是減少病蟲危害的好方法[57,71]。例如抗褐飛蝨品種嘉農秈11號、稉稻台農68號、69號及70號等[36,54,64]，但半矮性品種可能有利於瘤野螟的發生[64]。

2.種子消毒

消除與種子混存的病原，其目的除要育成健康秧苗外，亦避免萬一有病媒蟲入侵時造成病害急速擴散[45]。例如苗枯病(seeding blight)，數種真菌*Pyricularia oryzae, Helminthosporium oryzae, Curvularia lunata, Fusarium moniliforme, Trichoconis padwickii*等即爲種子傳播的病原。可用拮抗微生物、熱處理及化學藥劑等方法來消毒[66]。

3.耕作制度

從調整植期、輪作、休耕及綠肥等審慎操作[47,49]，整地時增加翻土之深度、次數及淹水、晒田之時間與次數[64]等，讓田間殘株、雜草及土中或縫隙之殘存病蟲源得以根除，可有效延緩害蟲的入侵時間與減少入侵數量。

(二)栽植中：重點在減少害蟲來源與增加天敵密度。可從五方面來著手。

1.微氣候

是指植株間的微氣候，可從行株距與每叢稻桿數加以調整。密植除影響操作、植株易徒長脆弱外，形成之微氣候可能有助於病蟲害的孳長[24]，也可能阻礙生物天敵的棲息與發揮[27]。

2.天敵保育

天敵在稻田內對害蟲密度具調節作用[26]，雖然雜草是天敵的棲所，但更是病蟲的中間寄主植物[8,11,14]，寧願以田埂覆蓋抑草蓆保育天敵[64]而不要留雜草。

3.施肥

一般多施氮肥可促進植株生長與加深葉片的色澤，但也同時提供害蟲發育與棲息的營養與微環境，反而有害[56]。磷肥有益於根部發育[18]，但也有利於螟蛾類的進駐與生長。鉀肥可增加矽的吸收，增厚細胞壁而增加稻莖的硬度[35,53]，較不易被危害稻莖的害蟲如螟蛾類、褐飛蝨等攻擊[64]。

4.灌排水

持續灌水有利於害蟲的發生，間隔排水、乾燥可降低害蟲的遷入與棲息。在直播田的幼苗期讓土壤自然乾燥至稍呈龜裂後再行間歇淺灌約1㎝，葉蟬類與飛蝨類的入侵量顯著減少，二化螟與瘤野螟之密度與危害亦明顯降低[64]。

5.選擇性用藥

近年來因爲永續經營的觀念已普遍被接受，水稻栽培的生態環境日趨穩定，施藥次數已明顯減少，害蟲天敵的種類與密度也顯著增加[A62,77]。長距遷移性的害蟲因受鄰近國家的影響，入侵數量較不易掌控，故於必要時應施用對天敵低影響的選擇性藥劑[9,28,72]，如布芬淨(buprofezin)、芬普尼(fipronil)或益達安(imidacloprid)等。

(三)收穫後

收穫後其實與栽植前在時間上有重疊，但此時主要是指清園，包括殘株、雜草之處理。殘株如稻椿提供二化螟的越冬場所[17,55]，應予焚燬或適當掩埋。或者將稻椿高度減至接近地面，再行灌水略淹過稻椿，約經2天後再行整地，一方面讓天敵有機會逃離[64]，一方面清除螟蛾的殘留。雜草通常是病蟲的中間寄主或棲息或越冬場所[13,33]。空檔處理：兩期作之間應有相當的空檔期，有足夠的時間讓上一期作殘留的害蟲蛹得以羽化出現，再加以撲滅。清園工作越確實，對於其他防治方法越有加乘的效果，絕對不可等閒視之。

當害蟲密度達到需要防治而要選擇適當的方法時，就有必要先瞭解害蟲。包括害蟲的種類、發生時期與數量消長、危害與棲息部位、以及最容易被防治的蟲期等。以此爲基礎，隨時確實監測害蟲的發生種類與數量，即可掌握適當的防治時機、部位及使用量等三個防治原則，達到事半功倍的效果。其中又以時機的把握最爲首要，在害蟲發生初期族群密度尚低，甚至尚未發現時就加以防治最爲上策。其實防患於未然也是把握防治時機的一種體現。防治部位是所謂的對症下藥，瞭解害蟲的生物特性與生活習性，針對弱點蟲期在正確部位選行適當的方法，使人力、物力得到最經濟有效的發揮。例如費洛蒙適用於害蟲的成蟲期，卵寄生蜂適用於卵期，蘇力菌則適用於鱗翅目害虫之幼蟲期。褐飛蝨喜棲於稻桿間近水面處，斑飛蝨則在稻株上部或稻穗處，二化螟蛀食稻桿[55]，瘤野螟則危害葉片。將適當的防治資材施放於標的部位，才更能經濟有效。使用量則包括單位面積之使用量、時間間隔及次數等，無論任何防治法都直接影響防治成本。

結　語

儘管水稻在農業中的重要性不比昔日，且非高經濟作物，然而稻米仍是國人之主食，有其重要地位。生產過程中，病蟲害管理常是主要的成本耗費。雖然降低生產成本是一致追求的目標，但爲了不違背三生總體效益，防治措施上確實有值得深思之處。若能透過對各種病蟲害發生特性的瞭解，並有效運作已行之有年的預測系統及其所累積之資料與經驗，結合資訊網路在時間與空間上全面性的規劃與管理，用與生態環境共生、預防勝於治療的態度將害蟲防患於未然，使所有防治措施皆能把握適時、適度、適位的原則，水稻

栽培機制將更臻完善。無論栽培前後或過程中的任何操作都具有防治的意義，而且可以合乎永續的經營。任何一個環節的疏忽怠惰，都是預防上的缺口，不但有可能降低產品品質，也可能因此要付出龐大的治療成本。

引用文獻

1. 三輪勇四郎。1943。台灣害蟲名彙。台灣農會16: 242。
2. 方敏男。1972。台中區黑尾浮塵子抗藥性之初步試驗觀測。臺灣農業8(4):105-114。
3. 方新政。1976。水稻不稔症之初步探討。台南區農業改良場報告3。
4. 方新政。1980。水稻不稔症之發生原因及其防治試驗。植保會刊22:82-89。
5. 古德業、王順成。1977。水稻褐飛蝨對常用殺蟲劑之抗藥性現狀研究。臺灣農業13(4): 9-18。
6. 古德業、王順成。1978。水稻黑尾葉蟬對常用殺蟲劑之抗藥性現狀研究(II)。植保會刊20:21-32。
7. 古德業、辛竹英、王順成。1976。常用殺蟲劑對水稻褐飛蝨和黑尾葉蟬之抗藥性研究。臺灣農業12(3):148-164。
8. 朱耀沂、何坤耀、李玉珊。1983。不同寄主植物對瘤野螟生長之影響。中華昆蟲3: 75-92。
9. 朱耀沂、何琦琛、陳碧珠。1975。數種殺蟲劑對褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* (Stål))浮塵子(*Nephotettix cincticeps* Uhler)及其捕食性天敵六點狼蛛(*Lycosa pseudoannulata* Boes. et Str.)之相對毒性。植保會刊17:424-430。
10. 朱耀沂、林鼎翔、穆萃。1976。九種防治二化螟殺蟲劑對水稻害蟲及其捕食性天敵之相對毒性。植保會刊18:369-376。
11. 朱耀沂、洪士程、賴紫薇、陳禹西。1986。台灣北部地區褐飛蝨(*Nilaparvata lugens* (Stål))以卵期越冬之探討。植保會刊28:123-132。
12. 朱耀沂、楊平世。1980。褐飛蝨在台灣日據時代經濟重要性之探討。昆虫會會學報15:35-44。
13. 朱耀沂、楊平世、石正人。1984。冬季水稻休耕田中褐飛蝨族群密度之調查。植保會刊27:117-134。
14. 朱耀沂、劉瑞芬。1981。偽黑尾浮塵子在不同禾本科植物上之食數及蜜露排泄量之比較。植保會刊23:243-253。
15. 朱耀沂、鄭清煥。1996。台灣光復前水稻害虫研究之沿革。植保會刊38:79-98。
16. 何火樹。1963。台中二化螟之生態觀察及其防治試驗。植保會刊5:15-36。

17. 何火樹、劉達修。1970。台中地區水稻二化螟蟲之生態研究。臺灣農業7(4):77-84。
18. 吳啓東、溫西濱、林國謙。1960。氮磷化成肥料對水稻之效應試驗。農業研究9:38-44。
19. 李仍亮。1950。談臺灣水稻病蟲害防治的今昔。臺灣農林4(23):28-29。
20. 李彥錚、巫文隆。1996。台灣的福壽螺*Pomacea canaliculata* (Lamarck, 1819)研究。貝類學報20:43-50。
21. 易希陶。1963。經濟昆虫學。下冊。國立編譯館出版。464頁。
22. 林金樹。1985。福壽螺爲害水稻損失估計。台中區農業改良場研究會報11:43-52。
23. 林金樹。1986。福壽螺之生態觀察。台中區農業改良場研究會報13:59-66。
24. 林珪瑞。1970。稻田小氣候與稻飛蝨發生關係之觀察。植保會刊12:184-189。
25. 邱人璋。1971。水稻黃葉病。稻作病害。p.155-178。中國農村復興聯合委員會刊印。
26. 邱瑞珍。1978。水稻僞黑尾葉蟬與褐飛蝨之天敵。水稻病蟲害：生態與流行學。pp.47-82。邱人璋(編)。中國農村復興聯合委員會刊印。
27. 邱瑞珍、陳炳輝。1981。水稻行株距對稻褐飛蝨與其捕食性蜘蛛發生之影響。中華農業研究30:270-276。
28. 邱瑞珍、鄭清煥。1976。防治稻蟲藥劑對飛蝨葉蟬類捕食性天敵之毒性。植保會刊18:254-260。
29. 施錫彬。1991。台灣新發現之水稻水象鼻蟲生態。桃園區農業改良場研究報告7:61-67。
30. 施錫彬。1992。水稻水象鼻蟲族群變動及防治。桃園區農業改良場研究報告11:33-45。
31. 施錫彬。1996。台灣水稻水象鼻蟲防治技術之改進。桃園區農業改良場研究報告19:35-43。
32. 施錫彬。1996。桃園地區水稻水象鼻蟲之遷移及危害評估研究。桃園區農業改良場研究報告27:31-41。
33. 秦思原、楊正澤、陳明義。2004。台灣中部荒廢農地昆蟲群聚與植物防疫。新世紀植物防檢疫研討會。台灣昆蟲特刊6:293-305。
34. 貢穀紳。1954。燈光誘集瘤野螟之分析。農林學報3:77-95。
35. 張守敬、劉興兆。1959。矽酸對水稻生育之作用。科學農業8:117-123。
36. 張萬來。1982。水稻台農68號。豐年32(22):37-38。

37. 張寬敏。1986。在台灣猖獗的福壽螺。貝友10:34-43。
38. 張寬敏。1994。台灣新發現的梯狀福壽螺。貝友20:5-7。
39. 許兩順。1964。花蓮水稻二化螟蟲爲害習性調查及藥劑防治試驗。植保會刊6:36。
40. 陳武揚。1985。防除福壽螺確保農作物生產。臺中區農推專訊22。
41. 陳秋男、程建中、蘇文瀛、何坤耀。1980。稻細螨之生態與水稻不稔症之關係。植保會刊20:63-82。
42. 陳秋男、蘇文瀛、楊惠琴、陳麗芳。1982。台灣水稻害虫圖譜。p.40。台灣植物保護中心印行。
43. 陳慶忠。1978。本省傳播水稻毒素病或類似毒素病害同翅目害虫之發生及其防治。中央研究院動物所專刊3:113-122。
44. 陳慶忠、柯文華。1989。臺灣水稻縞葉枯病流行病學研究。植保會刊31:290-303。
45. 陳慶忠、張念台、王玉沙、柯文華。1989。水稻育苗箱施用粒劑防除毒素病效果之探討研究。台中區農業改良場研究彙報(新)3: 42-47。
46. 陶家駒。1953。臺灣三化螟蟲防治問題之探討。臺灣農林7(5):12-16。
47. 陶家驊。1966。水稻害蟲。臺灣植物保護工作:昆蟲篇(1940-1965) p.285-602。。
48. 陶家驊。1966。台灣二化螟發生猖獗誘因之研究。植保會刊8:173-202。
49. 陶家驊。1966。台灣三化螟及二化螟害蟲問題。科學農業14:273-288。
50. 植物保護手冊。2002。水稻害蟲。p.41-87。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。
51. 堀健、素木得一。1910。台灣の害蟲に關する調查。台灣總督府農業試驗場特別報告。1: 228頁。
52. 曾義雄。1978。臺灣引用水稻不稔症細螨之學名及中名用語之商榷。植保會刊20:175-176。
53. 曾憲鼎、王接皇、幫守敬。1959。鉀肥對水稻之肥效。科學農業7(11-12):248-253。
54. 黃真生、卜瑞雄、陳正昌、正清煥。1985。水稻台農69號之育成。中華農業研究34:125-1354。
55. 劉達修。1977。二化螟蟲對水稻之爲害觀察。科學發展月刊5(3):185-188。
56. 鄭清煥。1971。施用氮肥對水稻抵抗褐飛蝨之影響。農業研究20(3):21-30。
57. 鄭清煥。1976。新育成抵抗褐飛蝨水稻品種(系)室內抗蟲反應及田間表現。中華農業研究25:259-268。

58. 鄭清煥。1978。台灣第一、二期水稻害蟲發生情形及其對產量之影響。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專輯。p.191-205。謝順景、劉大江(編)。行政院國家科學委員會出版。
59. 鄭清煥。1979。褐飛蝨及黑尾葉蟬對水稻產量損失估計。植保會刊18:147-160。
60. 鄭清煥。1980。第一期稻作黑尾葉蟬棲群成長型式及其直接爲害經濟防治適期之研究。昆虫學會會報15:133-144。
61. 鄭清煥。1987。嘉南地區瘤野螟虫之生態觀察。植保會刊29:135-146。
62. 鄭清煥。1995。水稻害蟲之綜合防治。永續農業研究及推廣研討會專輯。p.166-178。林俊義、洪梅珠(編)。中華永續農業協會編印。
63. 鄭清煥。2003。作物害蟲綜合管理策略的建立與實施。植物健康管理研討會專刊。印刷中。
64. 鄭清煥。2004。台灣水稻害蟲綜合管理研究之回顧與展望。台灣作物病蟲害綜合管理研討會專刊。農業試驗所特刊106:11-38。
65. 鄭清煥、朱耀沂。1999。台灣光復後水稻害虫之發生演變及防治研究之回顧。植保會刊41:9-34。
66. 鄭清煥、羅幹成、蔣慕琰、黃益田、蔣永正、劉清和、陳治官、施錫彬、徐保雄、洪士程、林慶元、劉達修。2002。水稻保護。上冊。植物保護圖鑑系列。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局出版。
67. 謝氏拌鈺、邱人璋。1969。臺灣水稻新毒素病－稿葉枯病(摘要)。植保會刊11:75。
68. 簡錦忠。1978。台灣第一、二期水稻害蟲發生情形及其對產量之影響。台灣二期作稻低產原因及其解決方法研討會專輯。p.191-205。謝順景、劉大江(編)。行政院國家科學委員會出版。
69. 簡錦忠。1980。稻葉鞘府敗病之研究及其對不稔症發生關係。植保會刊22:31-39。
70. 羅幹成、何琦琛。1980。稻細蟎之研究。植保會刊22:1-9。
71. Cheng, C.H. 1984. Studies on integrated control of brown planthoppers, *Nilaparvata lugens* (Stål) in Taiwan. Chinese J. Entomol. 4: 149-167.
72. Heinrichs, E.A., W.H. Ressig, S. Valencia and S. Chelliah. 1982. Rates and effect of resurgence-inducing insecticides on population of *Nilaparvata lugens* (Homoptera: Delphacidae) and its predators. Environ Entomol. 11: 1269-1273.
73. Mochida, O. 1991. Spread of freshwater *Pomacea canaliculata* (Pilidae, Mollusca) from Argentina to Asia. Micronesica Suppl. 3: 51-62.

74. Ponce de leön, R. 1989. Destription of *Temnocephala haswelli* n. sp. (Platyhelminthes) from the mantle cavity of *Pomacea canaliculatus* (Lamark). J. Parasitology, 75: 524-526.

75. Tao, C.H. and D.N. Ngo. 1960. Report on research of rice crop protection from insects in Vietnam, 1968-1969. J. Taiwan Agric. Res. 19(3): 1-14.

The Major Arthropod Pests on Rice and The Essential Ways of Their Control

Jih-Zu Yu and Derh-Chong Wu

Applied Zoology Division, Taiwan Agricultural Research Institute
Council of Agriculture

Abstract

Species of the arthropod pests on rice are numerous in Taiwan. The major species are alternate owing to the different cultural cultivars, seasons, areas, farming types, and stratagems of pest control, and thus the name of the 5 or 6 primary pests. The essence of modern arthropod pests control is that the pests are not to be completely wiped out but controlled so that their population densities are under the economic injury level and we can live with them. It is a type of agricultural production to practice the overall effectiveness of sustainable ecology, life quality, and good production. Precautions, fully understanding of arthropod pests, and reliable monitoring are the three essential ways of controlling arthropod pests. Based on the ideas of ecological living and prevention better than cure, we can use such cultural practices as framing types and field management to reduce the quantities of invading and increasing arthropod pests. By the same token we also enhance the surviving opportunities of natural enemies and their establishment. Further, along with the understanding and monitoring of arthropod pests, we carry out the proper control way on weak stages and habitats of arthropod pests during suitable times to maintain the population density of arthropod pest under economic injury level. We do not object the proper use of chemical pesticides if the principle of overall effectiveness is not violated.

Key words: rice arthropod pests, arthropod pests control, integrated pest management.